اثر بنزیل آدنین، ایندول استیک اسید و ماده هیومیکی بر تثبیت گیاهی نیکل

مهشید شفیق [۱]، رضا قاسمی [۲]، عبدالمجید رونقی [۳]
۱-کارشناسی ارشد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز ۲- دانشیار بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز ۳- استاد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

چکیده
به‌منظور بررسی تأثیردوتنظیم‌کننده رشد (بنزیلآدنین و ایندول استیک اسید) و یک ماده هیومیکی بر تثبیت گیاهی خاک آلوده به نیکل به‌وسیله ذرت، آزمایشی در شرایط گلخانه‌ایبه‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد کهکاربردتنظیم‌کننده‌های رشد، موجب افزایش انتقال نیکل از خاک به ریشه و کاهش فاکتور انتقال این عنصر گردید. هرچند استفاده از ماده هیومیکی اثر معنی‌داریدر مقایسه با شاهد از خود نشان نداد. بالاترین جذب نیکل ریشه با کاربرد بنزیل آدنین و بدون استفاده از ماده هیومیکیمشاهده شد. به‌طورکلی به نظر می‌رسد که فرایند اصلی گیاه‌پالایی نیکل به‌وسیله ذرت از طریق تثبیت گیاهی می‌باشد و کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد تأثیر بسزایی بر این فرایند دارد.

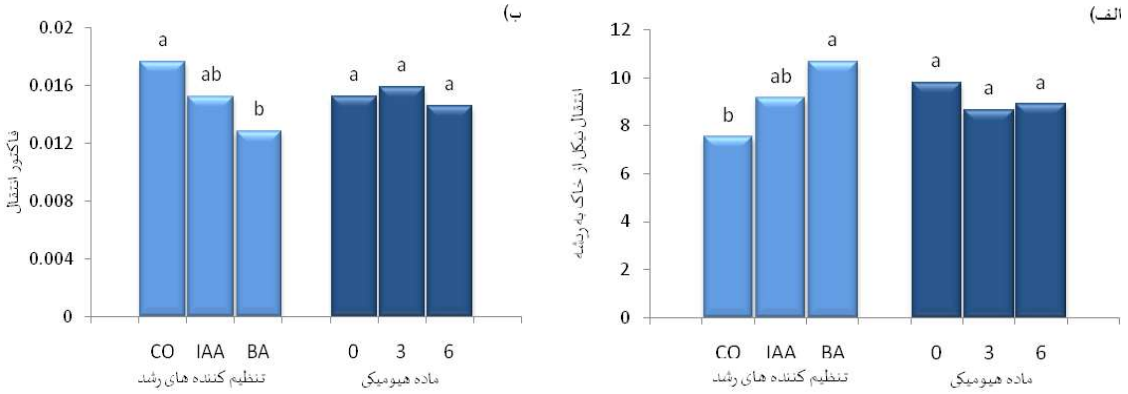
واژه های کلیدی: تثبیت گیاهی، نیکل، بنزیل آدنین، ایندول استیک اسید، ماده هیومیکی

مقدمه
نیکل یک عنصر سودمند (کم‌مصرف) برای برخی گیاهان می‌باشد که در غلظت‌های کم (۱/۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک) برای رشد گیاهان لازم بوده و در تعدادی از آنزیم‌ها مانند اوره آز، پپتید دفرمیلاز[۱۰۲]، متیل کوآنزیم ام رداکتاز[۱۰۳] و گلیکوزالاز[۱۰۴] و به میزان کمی در سوپر اکسید دسموتازها و هیدروژنازها حضور دارد. نیکل در غلظت‌های بالا (۳۰۱-۲۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک) برای گیاهان سمی می‌باشد(Chen *et al*., ۲۰۰۹; White and Brown, ۲۰۱۰). این عنصر همچنین از آلاینده‌های مهم در خاک مزارع کشاورزی محسوب می‌شود که ممکن است حاصل از کاربرد لجن فاضلاب و همچنین کودهای فسفاتی باشد.(Kabata-pendias, ۲۰۱۰) روش‌های متعددی جهت اصلاح خاک‌های آلوده به فلزات سنگین پیشنهاد شده است. معمولروش‌های مرسوم گران هستند و ممکن است حتی آلودگی ثانویه‌ای ایجاد کنند. به‌طورکلیمی‌توانروش‌های پالایش فلزات سنگین را به چهار دسته اصلاح شیمیایی/ فیزیکی، اصلاح با برخی جانوران مانند کرم خاکی، گیاه‌پالایی و اصلاح با ریزجانداران تقسیم‌بندی کرد.(Wu*et al*., ۲۰۱۰) دراین‌بینگیاه‌پالایی توانسته توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کند. گیاه‌پالایی را می‌توانبه‌عنوان یک فعالیت زراعی تغییریافته در نظر گرفت که جهت پاک‌سازی محیط آلوده با زیان کمتری صورت می‌گیرد و می‌توان در آن از اثرات سودمند تنظیم‌کننده‌های رشد بهره جست.فرایندهای مورد استفاده در گیاه‌پالایی را می‌توان به مواردی چون استخراج گیاهی، تثبیت گیاهی، تجزیه گیاهی، تصعید گیاهی و استفاده از گیاهان جهت جذب آلاینده‌ها از هوا تقسیم‌بندی نمود (Salt *et al*., ۱۹۹۸).استفاده از گیاهان با رشد کند و زیست توده پایین از عوامل محدودکننده بازدهی گیاه‌پالاییخاک‌های آلوده می‌باشد. به‌طورکلی گیاهان بیش انباشتگر فلزات دارای زیست توده پایین و رشد کند هستند، اما می‌توان با افزودن مواد کلات کننده به خاک آلوده موجب افزایش حلالیت فلزات و انتقال بیشتر آن از ریشه به شاخساره گیاهان غیر بیش انباشتگر ولی دارای زیست توده بالا شد .(Saifullah *et al*., ۲۰۱۱)کلات‌ها موجب تحرک و سهولت در دسترسی و جذب فلزات به‌وسیله گیاهان می‌شوند از طرفی استفاده از برخی کلات کننده‌های شیمیایی دارای اثرات منفی بر ریزجانداران خاک و افزایش حلالیت و درنهایت آبشویی فلزات می‌باشند.(Romkens *et al*., ۲۰۰۲)مواد هیومیک طبقه‌ای از مواد آلی طبیعی هستند که در خاک‌ها، رسوبات و آب‌های طبیعی یافت می‌شوند. خاصیت کمپلکس کنندگی و کلات کنندگی مواد هیومیک از مسائل مهم در محیط‌زیستمی‌باشد .(Bianchi *et al*., ۲۰۰۰)با توجه به موارد بیان‌شدهپژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر دو نوع تنظیم‌کننده رشد گیاه و یک نوع ماده هیومیکی بر تثبیت گیاهی نیکل به‌وسیله گیاه ذرت طراحی گردید.

[۱۰۲] Peptide deformylases
[۲] Methyl-CoM reductase [۱۰۳]
[۱۰۴] Glyoxalases

مواد و روش‌ها

جهت بررسی تأثیرتنظیم‌کننده‌های رشد و ماده هیومیکی بر فرایند گیاه‌پالایی، آزمایشی گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل ۳×۳ در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۳ تکرار انجام شد. در ابتدانمونه‌های خاک (دارای کلاس بافت لومی رسی، پ هاش ۸/۷، قابلیت هدایت الکتریکی ۴۷/۰ و مقادیر ناچیز نیکل به روش عصاره گیری با دی تی پی ا) با ۲۵۰ میلی‌گرم نیکل در کیلوگرم خاک از منبع نیترات نیکل آلوده شدند. سپس با توجه به نتایج آزمون خاک عناصر نیتروژن، فسفر، آهن، روی و منگنز به نمونه‌های ۳ کیلوگرمی خاک در هر گلدان افزوده شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشیدو تنظیم‌کننده رشد گیاهی (شاهد(CO) و غلظت ۱۰ میکرومولار از ایندول استیک اسید(IAA) و بنزیل آدنین (BA)) و کاربرد خاکی یک نوع ماده هیومیکی از منبع با نام تجاری هیومکس در سه سطح (صفر، ۳ و ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) بود. در هر گلدان شش عدد بذر ذرت رقم AS-۷۵۶ کاشته شد و پس از استقرار گیاه، تعداد آن به سه بوته در هر گلدان کاهش داده شد. در طول دوره رشد، رطوبت گلدان‌ها به روش توزین در حدود ظرفیت مزرعه نگه داشته شد. محلول‌پاشیتنظیم‌کننده‌های رشد در طول دوره رشد و نمو گیاه، سه بار بافاصله‌های ۱۵ روز انجام شد. نخستین مرحله ۱۵ روز پس از کشت صورت گرفت. تیمارهای ماده هیومیکی طی سه مرحله در آب حل و به فاصله ۱۵ روز همراه با آب آبیاری به خاک افزوده شد. اولین مرحله ۱۶ روز پس از کشت صورت گرفت. هفت هفته پس از کاشت، اندام هوایی گیاه از محل طوقه قطع، ریشه ها به دقت از خاک جداسازی و سپس نمونه ها به دقت با آب مقطر شست و شو داده شد. نمونه ها در آون و در دمای ۶۵ درجه سلیوس خشک، سپس توزین و در آسیاب برقی پودر شد. سپس یک گرم ماده خشک گیاهی در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس خاکستر شد. خاکستر حاصل در ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک ۲ مولار حل و پس از شست و شو با آب مقطر داغ و صاف کردن با کاغذ صافی، حجم نهایی محلول با استفاده از آب مقطر به ۵۰ میلی لیتر رسانده شد و غلظت نیکل توسط دستگاه جذب اتمیاندازه گیری گردید. لازم به ذکر است به دلیل اینکه غلظت نیکل در نمونه های شاخساره ذرت کمتر از حد تشخیص دستگاه جذب اتمی بود، حجم نهایی در این نمونه ها با استفاده از آب مقطر به ۱۰ میلی لیتر رسانده شد.همچنین غلظت نیکل قابل دسترس در خاک قبل از کشت به روش عصاره گیری با دی تی پی ا(Lindsay and Norvell, ۱۹۷۸)تعیین شد. پاسخ‌های گیاهی شاملوزن خشک ریشه، نسبت غلظت نیکل ریشه به خاک، فاکتور انتقال (نسبت غلظت نیکل شاخساره به ریشه) و جذب نیکل ریشه ذرت تعیین و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS، مقایسه میانگین LSD در سطح ۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت و نمودارها با نرم‌افزار Excel ترسیم گردید.



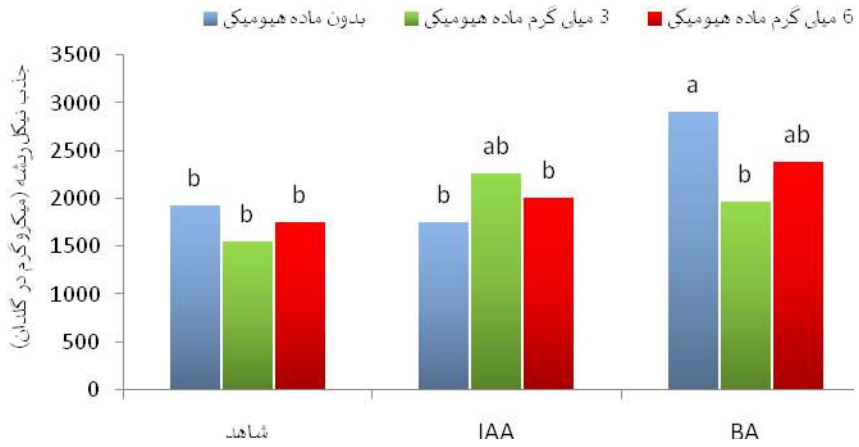
شکل ۱ - اثر بنزیل آدنین، ایندول استیک اسید و سطوح ماده هیومیکی بر الف) انتقال نیکل از خاک به ریشه و ب) فاکتور انتقال نیکل

نتایج و بحث

نتایج (شکل ۱- الف) نشان می‌دهد که با محلول‌پاشی IAA و BAانتقال نیکل از خاک به ریشه ذرت افزایش یافت. به‌طوری‌که افزایشی ۸/۴۱ درصدی در انتقال نیکل با کاربرد BAدیده شد. این در حالی است که استفاده از ماده هیومیکی هر چند موجب کاهش انتقال نیکل از خاک به ریشه گردید، اما این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود.بر اساس نتایج (شکل ۱-ب) چون میزان غلظت نیکل ریشه بیشتر از اندام هوایی است و فاکتور انتقال از نظر عددی در تمامی تیمارها کمتر از ۱ می‌باشد، همچنین نسبت غلظت نیکل ریشه به غلظت نیکل در خاک بیشتر از ۱ است، ذرت از طریق تثبیت گیاهی در فرایند گیاه‌پالایی نیکل از خاک آلوده نقش دارد.پس می‌توان گفت نیکل به همان میزان که در ریشه جذب می‌شود به شاخساره ذرت انتقال نمی‌یابد.لو و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که برخی از فلزات در ریشه گیاهان انباشته می‌شوند و این شاید به علت وجود موانع فیزیولوژیکی در گیاهان باشد که در مقابل حرکت فلزات به قسمت‌های هوایی وجود دارد. این در حالی است که دیگر فلزات به‌آسانی به قسمت‌های هوایی گیاه حرکت می‌کنند.همچنین نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که با محلول‌پاشی هر دو تنظیم‌کننده‌های رشد، فاکتور انتقال نیکل کاهش یافت (شکل ۱-ب).

نتایج مربوط به برهمکنش IAAیا BAبا سطوح مختلف ماده هیومیکی (شکل ۲) نشان میدهدکه بیشترین جذب نیکل در ریشه با محلول پاشی BA و بدون کاربرد ماده هیومیکی بدست آمد و موجب افزایش ۵/۵۰ درصدی جذب نیکل به وسیله ریشه گردید.

همچنین با کاربرد همزمان BA و سطح ۶ میلی گرم ماده هیومیکی یا کاربرد IAAو سطح ۳ میلی گرم ماده هیومیکینیز افزایش در جذب نیکل ریشه دیده می شود، هر چند از نظر آماری تفاوت معنی داری با شاهد (بدون محلول پاشی تنظیم کننده های رشد و کاربرد ماده هیومیکی) مشاهده نمی گردد. این در حالی است که کابلو-کانجو و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که دو نوع هورمون گیاهی تجاری (سیتوکین و پرومالین) تشکیل شده از سیتوکینین ها و/یا جیبرلین ها، بر چهار گونه گیاه بیش انباشتگر نیکلقدومه (Alyssum)بر زیست توده و تجمع نیکل اثر مشخصی نداشت. به طور کلی نتایج این پژوهش حاکی از بهبود تثبیت گیاهی نیکل با استفاده از تنظیم کننده های رشد بود و با توجه به اینکه این مواد در شرایط تنش های محیطی از جنبه های گوناگونی بر فرایند رشد و نمو گیاهان نیز اثرات مثبتی دارند، به نظر می رسد دارای پتانسیل مناسبی جهت استفاده در فرایند گیاه پالایی باشند.



شکل ۲- اثر ایندول استیک اسید، بنزیل آدنین و ماده هیومیکی بر جذب نیکل ریشه (میکروگرم در گلدان)

منابع

Bianchi, V., Masciandaro, G., Giraldi,D., Ceccanti,B. and Iannelli, R. ۲۰۰۸. Enhanced heavy metal phytoextraction from marine dredged sediments comparing conventional chelating agents (citric acid and EDTA) with humic substances. Water Airand Soil Pollution, ۱۹۳: ۳۲۳-۳۳۳.

Cabello-Conejo, M.I., Centofanti, T., Kidd, P.S., Prieto-Fernandez, A. and Chaney, R.L. ۲۰۱۳. Evaluation of plant growth regulators to increase nickel phytoextraction by alyssum species. International Journal of Phytoremediation, ۱۵: ۳۶۵-۳۷۵.

Chen, C., Huang, D. and Liu, J. ۲۰۰۹. Functions and toxicity of nickel in plants: recent advances and future prospects. Clean, ۳۷: ۳۰۴-۳۱۳.

Kabata-pendias, A. ۲۰۱۱. Trace elements in soils and plants. ۴th ed. Boca Raton, Fl. CRC press.

Lindsay, W.L. and Norvell, W.A. ۲۷۸ Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal, ۴۲ ۲۸۴ ۲۸۹.

Lu, X., Kruatrachue, M., Pokethitiyookb, P. and Homyok, K. ۲۰۰۴. Removal of cadmium and zinc by water hyacinth, Eichhornia crassipes. Science Asia, ۳۰: ۹۳-۱۰۳.

Romkens, P., Bouwman, L., Japenga, J. and Draaisma, C. ۲۰۰۲. Potentials and drawbacks of chelate-enhanced phytoremediation of soils. Environmental Pollution, ۱۱۶: ۱۰۹-۱۲۱.

Saifullah, Meers, E., Qadir, M., de Caritat, P., Tack, F.M.G., Du Laing, G. and Zia, M.H. ۲۰۱۱. EDTA-assisted Pb phytoextraction. Chemosphere, ۷۴: ۱۲۷۹-۱۲۹۱.

Salt, D.E., Smith, R.D. and Raskin. I. ۱۹۹۸. Phytoremediation. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, ۴۹: ۶۴۳-۶۶۸.

White P.J. and Brown, P.H. ۲۰۱۰. Plant nutrition for sustainable development and global health. Annals of Botany, ۱۰۵: ۱۰۷۳-۱۰۸۰.

Wu, G., Kang, H., Zhang, X., Shao, H.,Chu, L. and Ruan, C. ۲۰۱۰. A critical review on the bio-removal of hazardous heavy metals from contaminated soils: Issues, progress, eco-environmental concerns and opportunities. Journal of Hazardous Materials, ۱۷۴: ۱-۸.

Abstract

In order to investigate the effectiveness of two plant growth regulators (PGRs) (indole acetic acid (IAA) and benzyl adenine (BA)) and a humic substanceonthe phytostabilization of nickel by maize, a greenhouse experiment arranged in completely randomized designs with three replications. Results showed that application of PGRs enhanced translocation of nickel from soil to roots and decreased translocation factor. However, humic substance were not significantly influenced them, compared with control. The maximum root uptake of nickel was observed when BA without any humic substance were used. Overall, it appears that the main mechanism involved in the phytoremediation of nickel by maize was phytostabilization and application of PGRs was effective on this mechanism.